

**Épocas de Semeadura para a Cultivar
de Sorgo Sacarino BRS 506 Visando
a Produção de Etanol na Metade
Sul do RS**



ISSN 1678-2518

Dezembro, 2015

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 237

Épocas de Semeadura para a Cultivar de Sorgo Sacarino BRS 506 Visando a Produção de Etanol na Metade Sul do RS

Beatriz Marti Emygdio
Ana Paula Schneid Afonso da Rosa
Luciano Stohrlick
Paulo Henrique Facchinello
Lilian Barros

Embrapa Clima Temperado
Pelotas, RS
2015

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado

Endereço: BR 392, Km 78

Caixa postal 403, CEP 96010-971 - Pelotas/RS

Fone: (53) 3275-8100

www.embrapa.br/clima-temperado

www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Comitê de Publicações da Embrapa Clima Temperado

Presidente: *Ana Cristina Richter Krolow*

Vice-Presidente: *Enio Egon Sosinski Junior*

Secretária: *Bárbara Chevallier Cosenza*

Membros: *Ana Luiza Barragana Viegas, Fernando Jackson, Marilaine Schaun Pelufê, Sonia Desimon*

Revisão de texto: *Eduardo Freitas de Souza e Bárbara C. Cosenza*

Normalização bibliográfica: *Marilaine Schaun Pelufê*

Editoração eletrônica: *Nathália Coelho Moreira (estagiária)*

Foto de capa: *Beatriz Emygdio*

1ª edição

1ª impressão (2015): 30 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Clima Temperado

-
- E64 Épocas de semeadura para cultivo de sorgo sacarino BRS 506 visando a produção de etanol na metade sul do RS / Beatriz Marti Emygdio... [et al.]. - Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2015. 29 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Clima Temperado, ISSN 1678-2518 ; 237)

1. *Sorghum bicolor*. 2. Semeadura. 3. Bioenergia.
4. BRS 506. I. Emygdio, Beatriz Marti. II. Série.

CDD 633.17

©Embrapa 2015

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	9
Material e Métodos	11
Resultados e Discussão	13
Conclusões	25
Referências	27

Épocas de Semeadura para a Cultivar de Sorgo Sacarino BRS 506 Visando a Produção de Etanol na Metade Sul do RS

Beatriz Marti Emygdio¹

Ana Paula Schneid Afonso da Rosa²

Luciano Stohrlick³

Paulo Henrique Facchinello⁴

Lilian Barros⁵

Resumo

O desempenho de cultivares de sorgo sacarino é altamente afetado pela época de semeadura, que, por sua vez, determina o potencial de produção de etanol da cultura em cada região. Assim, com o objetivo de avaliar e indicar épocas de semeadura para cultivar BRS 506, para cultivo na entressafra da cana-de-açúcar, desenvolveu-se o presente trabalho. Foram avaliadas três épocas de semeadura em três ambientes. As variáveis avaliadas foram: altura de planta, diâmetro do colmo, produção de biomassa e produção de massa verde, sólidos solúveis totais (°Brix) e produção de caldo. Os resultados demonstraram que o retardo na época de semeadura de meados de setembro e final de outubro para final de dezembro e meados de janeiro afeta negativamente as variáveis agrônomicas e industriais da cultivar BRS 506, associadas à produção de etanol. A época de semeadura preferencial para produção de etanol a partir da cultivar BRS 506 na metade Sul do RS é entre o segundo decêndio de

¹Bióloga, doutora em Produção e Tecnologia de Sementes, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

²Engenheira-agrônoma, doutora em Fruticultura de Clima Temperado, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

³Engenheiro-agrônomo, pós-graduando em Agronomia/ UFPel, Pelotas, RS.

⁴Engenheiro-agrônomo, pós-graduando em Agronomia/UFPel, Pelotas, RS.

⁵Engenheira-agrônoma, pós-graduanda em Agronomia/ UFPel, Pelotas, RS.

setembro e o terceiro decêndio de outubro.

Termos para indexação: Sorghum bicolor, bioetanol, manejo.

Sowing Dates to Sorghum BRS 506 Aiming Ethanol Production in Southern RS State, Brazil

Abstract

The performance of sweet sorghum cultivars are highly affected by sowing dates, that also determine the potential of crop ethanol production in each region. Aiming to evaluate and to indicate sowing dates to BRS 506 cultivar to be crop in the sugar cane off-season, the present work was designed. Three sowing dates were evaluated in three environments. The following variables were evaluated: plant height, stalk diameter, biomass production, fresh stalks production, brix and juice production. Results demonstrated that the delay of sowing season from middle of September and final of October to final of December and middle of January affected negatively agronomic and industrial variables of BRS 506 cultivar associated to ethanol production. The preferential sowing season to ethanol production of BRS 506 cultivar is between September second ten-day period and October third ten-day period at the Southern region of Rio Grande do Sul State.

Index terms: Sorghum bicolor, bioethanol, crop management.

Introdução

No Brasil, a produção de etanol está alicerçada na cultura da cana-de-açúcar, que é vista como uma das culturas capazes de suprir parte da demanda nacional. No entanto, considerando sua magnitude, apostar no monocultivo da cana-de-açúcar e na centralização da produção em alguns estados não parece uma estratégia adequada, pois a cana-de-açúcar apresenta exigências edafoclimáticas que restringem seu cultivo em diversas regiões do País e, em especial, no Rio Grande do Sul.

Atualmente, o RS possui participação pouco expressiva no setor sucroalcooleiro, mas com potencial para incremento, tanto em área quanto em produtividade. Com a publicação, em 2009, do Zoneamento de Risco Climático para a cultura da cana-de-açúcar para o RS (Portaria 332/2009), cerca de 1,5 milhão de hectares de solo gaúcho foram considerados aptos para produzir cana-de-açúcar em grande escala. Diante desse novo cenário, o RS passa a vislumbrar a possibilidade de se tornar um grande produtor de etanol e alcançar a autossuficiência, tendo em vista que, hoje, o estado produz apenas 2% do etanol que consome.

O sorgo sacarino é tido como uma das culturas capazes de suprir parte da demanda nacional de etanol, ocupando a janela da entressafra da cana-de-açúcar, e diminuindo assim a ociosidade das usinas nesse período, que sofrem com a ausência de matéria-prima para produção do etanol. Devido a sua ampla adaptabilidade e tolerância a condições adversas, o sorgo sacarino pode ser cultivado em diversos ambientes. Apesar de ter sido cultivado em apenas 20 mil hectares na safra 2012/13, é uma cultura que vem ganhando importante espaço na agricultura brasileira, em razão, principalmente, do alto potencial de produção de biomassa e altos teores de açúcares, que são características determinantes na produção de etanol.

A disponibilização de cultivares produtivas e a implantação de um sistema adequado de manejo para cultura do sorgo sacarino para entressafra da cana-de-açúcar ou para áreas de reformas e de expansão de canaviais constituem-se nos fatores críticos para inserção do sorgo sacarino no setor sucroalcooleiro nacional (DURÃES et al., 2012).

No Rio Grande do Sul, sendo a cultura do sorgo sacarino de propósito múltiplo, o desenvolvimento de um sistema de produção economicamente viável para a cultura, permitiria a descentralização da produção de biocombustíveis, o alargamento da produção de etanol para regiões do estado onde a cana-de-açúcar apresenta restrições de cultivo e ainda a inserção de agricultores que tradicionalmente produzem grãos e trabalham com culturas anuais, no processo de produção de biocombustíveis, contribuindo para que o estado se torne menos dependente na importação de etanol.

Para que se tenha disponibilidade de matéria-prima de sorgo sacarino para abastecer as usinas na entressafra da cana-de-açúcar, a cultura deveria ser colhida entre os meses de novembro e abril. Considerando que, em média, a cultura do sorgo sacarino tem um ciclo de 120 dias, a mesma deveria ser semeada a partir de agosto, o que no RS é pouco provável em razão do frio e das baixas temperaturas do solo nesse período, inviabilizando o estabelecimento adequado da cultura em grande parte do estado. Segundo May et al. (2012) a definição da melhor época de semeadura, para cada região, é um dos aspectos que afeta diretamente a produtividade e viabilidade da cultura.

Inúmeros trabalhos vêm sendo desenvolvidos, em diferentes regiões do Brasil, com intuito de avaliar o efeito de épocas de semeadura sobre o desempenho de cultivares de sorgo sacarino para produção de etanol (FERNANDES et al., 2014; EMYGDIO et al., 2014; MORAES et al., 2014). No Rio Grande do Sul Barros et al. (2013) e Bandeira et al. (2013) verificaram grande influência de diferentes épocas de

semeadura sobre o desempenho de cultivares de sorgo sacarino para produção de etanol no estado.

Assim, com o objetivo de avaliar diferentes épocas de semeadura para cultivar de sorgo sacarino BRS 506, visando a cultivo na entressafra da cana-de-açúcar e também ao cultivo em pequenas propriedades para abastecer microdestilarias no RS, conduziu-se o presente estudo.

Materiais e Métodos

A cultivar de sorgo sacarino da Embrapa BRS 506 foi avaliada em três épocas de semeadura em três ambientes no Rio Grande do Sul. As épocas foram divididas em decêndios, sendo a primeira época entre 21 de setembro e 30 de outubro, a segunda época entre 21 de novembro e 10 de dezembro e a terceira época entre 21 de dezembro e 20 de janeiro. Os experimentos foram conduzidos em área experimental da Embrapa Clima Temperado, nos municípios de Pelotas e Capão do Leão, entre as safras 2011/12 e 2013/14, totalizando três ambientes (ambiente 1: Capão do Leão – safra 2011/12; ambiente 2: Capão do Leão – safra 2012/13; ambiente 3: Pelotas – safra 2012/13). A combinação entre épocas de semeadura e ambientes é detalhada na Tabela 1. O delineamento experimental usado foi de blocos casualizados, com três repetições em cada época e ambiente. As parcelas experimentais foram constituídas de quatro linhas de 5 m, espaçadas em 0,5 m. Aplicou-se uma adubação de base de 350 kg ha⁻¹ da fórmula 10-20-20, e 200 kg ha⁻¹ de ureia em cobertura.

Tabela 1. Datas de semeadura e colheita da cultivar de sorgo sacarino BRS 506 nas três épocas de semeadura em cada ambiente (safra x município). Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2015.

Safra	Município	Época de semeadura	Data de semeadura	Data de colheita	Ciclo/ Dias
2011/12	Capão do Leão (ambiente 1)	1	29/09/2011	05/03/2012	157
		2	25/11/2011	22/04/2012	148
		3	27/12/2011	11/05/2012	135
2012/13	Capão do Leão (ambiente 2)	1	25/10/2012	18/02/2013	116
		2	06/12/2012	02/04/2013	125
		3	18/01/2013	06/05/2013	108
2012/13	Pelotas (ambiente 3)	1	19/10/2012	23/02/2013	127
		2	06/12/2012	10/04/2013	133
		3	28/12/2012	01/05/2013	124

Para avaliar a melhor época para produção de etanol a partir da cultivar de sorgo sacarino BRS 506 no Rio Grande do Sul, foram avaliados quatro parâmetros agronômicos: altura de planta (m), diâmetro do colmo (mm), produção de biomassa (colmos + folhas + panículas ($t\ ha^{-1}$)) e produção de massa verde (colmos + folhas ($t\ ha^{-1}$)) e dois parâmetros industriais: sólidos solúveis totais ($^{\circ}Brix$) e produção de caldo ($L\ t\ de\ massa\ verde^{-1}$). Para a extração do caldo foram colhidas ao acaso oito plantas inteiras, sem panículas. Essas plantas foram desintegradas e homogeneizadas. Posteriormente, retirou-se uma subamostra de $500 \pm 0,5\ g$ para extração do caldo em prensa hidráulica, com pressão mínima e constante de $250\ kgf/cm^2$ sobre a amostra, durante o tempo de 1 minuto. O caldo extraído da amostra de 500 g teve seu peso (g) e volume (ml) determinados. Para determinação dos sólidos solúveis totais ($^{\circ}Brix$), usou-se amostras do caldo extraído na prensa hidráulica, para leitura direta em refratômetro digital. Para comparação dos tratamentos foi feita análise da variância e teste de comparação de médias, segundo Scott Knott,

no nível de 5% de probabilidade de erro. Para condução das análises estatísticas, usou-se o programa Genes, versão Windows (CRUZ, 2001).

Resultados e Discussão

A safra 2011/12, no município de Capão do Leão (ambiente 1) foi marcada por forte estiagem durante todo o período de condução dos experimentos (três épocas de semeadura) (Tabela 2). Com exceção do mês de fevereiro, para todos os demais, verificou-se precipitações muito abaixo das normais para o período. É interessante observar, no entanto, que o déficit hídrico observado nesse ambiente não afetou o desempenho da cultivar de sorgo sacarino BRS 506, especialmente quanto às variáveis produção de biomassa e produção de massa verde. O desempenho obtido nesse ambiente, na primeira época de semeadura, foi superior a todas as demais épocas e a todos os demais ambientes, confirmando a tolerância à seca do sorgo sacarino (Tabela 3).

O déficit hídrico observado no ambiente 1, durante as três épocas de semeadura, como era esperado, teve reflexos negativos sobre a produção de caldo, fazendo com que esse ambiente apresentasse a menor produção média de caldo, de 496 L por tonelada de massa verde, enquanto os demais ambientes tiveram uma produção média de 509 L e 507 L por tonelada de massa verde, respectivamente (Tabela 3).

Na safra 2012/13 em ambos os municípios, Capão do Leão e Pelotas, respectivamente ambientes 2 e 3, verificou-se também alguns períodos de déficit hídrico, nos meses de novembro, janeiro e março, quando as precipitações acumuladas foram bem inferiores às normais (Tabela 2). No entanto, considerando que esses períodos de déficit foram intercalados com períodos de excesso de precipitação

Tabela 2. Precipitação pluviométrica mensal* (mm), temperaturas médias máximas e mínimas (°C) e respectivas normais, durante o período de cultivo da cultivar de sorgo sacarino BRS 506, em três ambientes no RS. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2015.

Precipitação Pluviométrica Acumulada (mm)										
Ambiente (safr/município)	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	
1 (2011/12 -Capão do Leão)	59,9	91,5	51,3	53,7	73,6	171,9	49,0	52,4	5,1	
2 (2012/13 -Capão do Leão)	115,3	106,5	52,1	175,1	69,2	177,3	27,6	147,4	84,1	
3 (2012/13 -Pelotas)	146,8	106,9	40,6	172,9	94,9	132,2	56,2	150	91,4	
Normal**	125,5	97,8	100,0	103,2	119,1	153,9	97,4	100,3	100,7	
Temperatura Máxima Média (°C)										
Ambiente (safr/município)	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	
1 (2011/12 -Capão do Leão)	20,0	22,1	25,3	26,0	28,4	29,8	28,1	23,7	23,9	
2 (2012/13 -Capão do Leão)	21,3	23,6	27,0	29,3	27,5	28,0	25,8	24,5	20,6	
3 (2012/13 -Pelotas)	21,9	24,1	28,4	30,6	28,9	29,0	26,0	25,5	20,9	
Normal**	19,6	22,2	24,6	27,1	28,2	27,9	26,9	24,0	20,8	
Temperatura Mínima Média (°C)										
Ambiente (safr/município)	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	
1 (2011/12 -Capão do Leão)	10,0	13,5	15,1	16,2	17,9	20,2	16,6	12,8	12,2	
2 (2012/13 -Capão do Leão)	12,3	15,9	16,6	18,7	17,5	19,1	15,2	13,8	10,5	
3 (2012/13 -Pelotas)	12,7	16,1	16,8	19,2	17,8	19,0	15,9	14,8	11,4	
Normal**	11,2	13,6	15,3	17,7	19,1	19,1	17,7	14,4	11,1	

*: Estação Agroclimatológica de Pelotas e Capão do Leão - <http://www.cpact.embrapa.br/agromet/estacao/estacao.html>

** : As médias (normais) apresentadas referem-se ao período de 1961/90.

acumulada em relação às normais, não houve prejuízos ao desempenho da cultivar BRS 506.

Quanto às temperaturas médias máximas e mínimas observadas durante o período de cultivo, a safra 2011/12, município de Capão do Leão (ambiente 1), teve um desempenho normal. Já nos ambientes 2 e 3 verificou-se temperaturas máximas e mínimas acima das normais no período de setembro a dezembro, e temperaturas médias mínimas abaixo das normais entre janeiro e maio, especialmente no ambiente 2 (Tabela 2). Esse comportamento atípico proporcionou período de calor mais intenso que na fase de estabelecimento da cultura e desenvolvimento vegetativo (dependendo da época de semeadura) e período de frio mais intenso que o normal próximo à maturação fisiológica e período de colheita (Tabela 2). Essa combinação de temperaturas mais elevadas, especialmente as temperaturas mínimas, durante o desenvolvimento vegetativo, seguidos de um período de frio mais intenso durante as fases reprodutivas e de fechamento do ciclo, provavelmente contribuíram para o desempenho médio inferior observado no ambiente 2 para as variáveis altura de planta, diâmetro do colmo, produção de biomassa e de massa verde (Tabelas 3).

Para a variável altura de planta, a análise estatística revelou diferenças significativas, entre as épocas de semeadura, para os ambientes 1 e 2. A menor altura de plantas e, portanto, o pior desempenho foi observado na terceira época de semeadura nesses ambientes (Tabela 3). Para o ambiente 3, a variável altura de planta não foi afetada pelas diferentes épocas de semeadura.

O caráter altura de plantas é muito importante quando se avalia cultivares de sorgo sacarino visando à produção de etanol, tendo em vista que a produção de colmos, que é um dos componentes primários da produção de biomassa, está diretamente correlacionada com o caráter altura de plantas (AUDILAKSHMI et al., 2010). Além disso, a combinação das variáveis altura de planta e diâmetro do

colmo também exerce grande influência na produção de caldo.

Tabela 3. Desempenho da cultivar de sorgo sacarino BRS 506 para produção de etanol em função de três épocas de semeadura, em três ambientes no RS.

Variável	Época*	Ambiente**		
		1	2	3
Altura de Planta (m)	1	257 a A	215 a B	270 a A
	2	268 a A	198 a B	256 a A
	3	200 b B	158 b C	264 a A
Média		242	190	263
CV (%)		3,8	7,6	6,4
Diâmetro do Colmo (mm)	1	20,4 a A	14,9 a B	18,4 a A
	2	13,5 b A	15,1 a A	16,3 a A
	3	14,7 b A	13,8 a A	15,7 a A
Média		16,2	14,6	16,8
CV (%)		5,3	5,6	13,8
Produção de Biomassa (t ha ⁻¹)	1	87 a A	50 a C	66 a B
	2	46 b A	45 a A	41 b A
	3	28 c A	19 b A	25 c A
Média		54	38	44
CV (%)		8,9	8,4	16,8
Produção de Massa Verde (t ha ⁻¹)	1	81 a A	48 a C	64 a B
	2	41 b A	43 a A	37 b A
	3	22 c A	18 b A	23 c A
Média		48	36	42
CV (%)		9,1	8,4	17,0
Produção de caldo (L/t MV)	1	493 a C	580 a A	532 a B
	2	507 a A	529 a A	459 b B
	3	487 a B	420 b C	530 a A
Média		496	509	507
CV (%)		4,0	1,8	5,9

Continuação

Variável	Época*	Ambiente**		
		1	2	3
Brix (%)	1	11,8 a B	11,8 a B	19,2 a A
	2	12,2 a A	13,2 a A	15,4 b A
	3	13,8 a A	13,0 a A	12,7 b A
Média		12,6	12,7	15,8
CV (%)		7,3	10,3	17,0

*: médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade de erro.

*: 1ª época: de 21 de setembro a 30 de outubro; 2ª época: de 21 de novembro a 10 de dezembro; 3ª época: de 21 de dezembro a 20 de janeiro.

** Ambiente 1: Capão do Leão – safra 2011/12; ambiente 2: Capão do Leão – safra 2012/13; ambiente

3: Pelotas – safra 2012/13; ambiente.

Certamente, a baixa altura de planta, (158 cm) associada ao menor diâmetro de colmo (13,8 mm), observados na terceira época de semeadura no ambiente 2, contribuíram para a menor produção de caldo, que também foi observada nessa mesma época e ambiente (420 L t^{-1}) (Tabela 3). Fernandes et al. (2014), ao avaliarem a cultivar de sorgo sacarino BRS 506 em duas épocas de semeadura, safra e safrinha (respectivamente, novembro e março), no Estado de Minas Gerais, também observaram menor altura de planta na época tardia de semeadura (safrinha).

Quando a comparação é feita entre os ambientes, o pior desempenho médio foi observado no ambiente 2, que apresentou a menor altura de planta em todas as épocas de semeadura (Tabela 3). Nesse ambiente, de maneira geral, todas as épocas foram estabelecidas tardiamente em relação aos demais ambientes, levando a um encurtamento do ciclo (Tabela 1). Na terceira época de semeadura, estabelecida no segundo decêndio de janeiro, o ciclo ficou em apenas 108 dias, afetando altura e diâmetro de planta, que consequentemente afetaram as produções de biomassa e massa verde, e a produção de caldo

(Tabelas 1 e 3). Bandeira et al. (2014a) também verificaram ocorrência de alterações no ciclo da cultivar BRS 506 em função de diferentes épocas de semeadura na região central do RS, com reflexos em variáveis que afetam o desempenho produtivo da cultivar.

Para a variável diâmetro do colmo, a análise estatística revelou diferenças significativas, entre as épocas de semeadura, somente para o ambiente 1, em que a primeira época apresentou o melhor desempenho, diâmetro médio de 20,4 mm, contra 13,5 e 14,7 mm, respectivamente, da segunda e terceira épocas (tabela 3). Entre os ambientes, verificou-se diferenças significativas somente na primeira época, quando o ambiente 2 apresentou o pior desempenho.

Resultados semelhantes ao obtido na primeira época de semeadura para o ambiente 1, foram observados por Emygdio et al. (2011a) ao avaliarem a cultivar BRS 506 no município de Pelotas, com semeadura no mês de dezembro, em que o diâmetro médio de colmo obtido para os diferentes arranjos de plantas testados foi sempre superior a 20 mm. No entanto, os mesmos autores, ao avaliarem 25 genótipos de sorgo sacarino na região sudeste do RS, observaram diâmetro médio de colmo de 11,8 mm e 13,5 mm, respectivamente para as safras 2009/10 e 2010/11 (EMYGDIO et al., 2011b).

As variáveis, produção de biomassa e de massa verde, apresentaram resultados semelhantes, tanto entre épocas de semeadura como entre ambientes, o que era esperado em função da interdependência entre elas. A análise estatística revelou diferenças significativas, para ambas as variáveis, entre as épocas de semeadura, para todos os ambientes, e entre os ambientes, somente na primeira época de semeadura (Tabela 3).

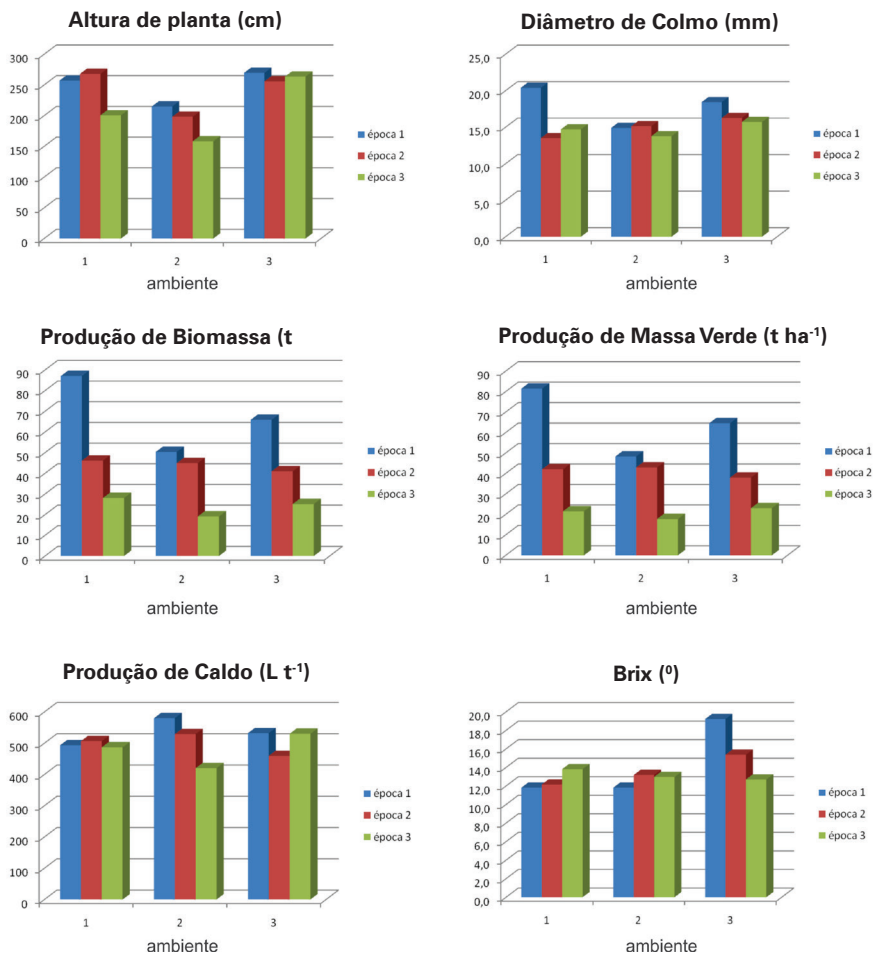


Figura 1. Efeito de três épocas de semeadura: 1ª época: 21 set. a 30 nov.; 2ª época: 21 nov. a 10 dez.; e 3ª época: 21 dez. a 20 jan., sobre parâmetros agrônômicos e industriais da cultivar de sorgo sacarino BRS 506, em três ambientes (Ambiente 1: Capão do Leão – safra 2011/12; ambiente 2: Capão do Leão – safra 2012/13; ambiente 3: Pelotas – safra 2012/13), visando a produção de etanol no RS.

Observou-se uma redução drástica na produção de biomassa e de massa verde, superior a 50%, à medida que se retardou a semeadura de meados de setembro/outubro (primeira época) para final de dezembro e janeiro (terceira época) (Figura1). Reduções drásticas e superiores a 50% na produção de biomassa da cultivar BRS 506 (de 62 t ha⁻¹ para 19 t ha⁻¹) também foram observadas por Joanela et al. (2013), no Mato Grosso, entre semeaduras no mês de novembro e março. Por outro lado, Bandeira et al. (2014b), ao avaliarem a cultivar BRS 506 em três épocas de semeadura na Região Central do RS, observaram redução da produção de biomassa e de colmos à medida que se retardou a semeadura de outubro para dezembro; no entanto, as diferenças foram de magnitude bem inferior, de 58 t ha⁻¹ para 43 t ha⁻¹ e de 48 t ha⁻¹ para 37 t ha⁻¹, respectivamente para produção de biomassa e de colmo. Decréscimos na produção de biomassa e de colmos da cultivar BRS 506 também foram observados por Fernandes et al. (2014), entre semeaduras em novembro e março, no Estado de Minas Gerais.

Na 1ª época de semeadura, no ambiente 1, a cultivar BRS 506 produziu mais de 80 t ha⁻¹ de biomassa e de massa verde, demonstrando excelente desempenho, embora a produção de caldo, nesse mesmo ambiente e época, tenha ficado entre as mais baixas em razão, principalmente, do severo déficit hídrico observado nesse ambiente (Tabelas 2 e 3).

Entre os ambientes, o pior desempenho médio foi observado no ambiente 2, embora somente na primeira época tenham sido detectadas diferenças significativas (Tabela 3). Acredita-se que o pior desempenho observado nesse ambiente tenha ocorrido em função das épocas de semeadura que foram todas estabelecidas em período tardio em relação às demais épocas dos ambientes 1 e 3, e também às condições climáticas adversas observadas nesse ambiente, como períodos de déficit hídrico em alguns meses, períodos de calor e frio excessivos em relação às normais (Tabelas 1 e 2).

Quanto à variável produção de caldo, expressa em litros por tonelada de massa verde, a análise estatística revelou diferenças significativas,

entre as épocas de semeadura, para os ambientes 2 e 3. O pior desempenho foi obtido na terceira época de semeadura para o ambiente 2; já para o ambiente 3, o pior desempenho ocorreu na segunda época de semeadura. Não havendo diferença entre épocas no ambiente 1 (Tabela 3). Esse comportamento reforça a grande influência das condições climáticas, especialmente disponibilidade hídrica, sobre a variável produção de caldo. É fácil perceber que as piores produções de caldo foram obtidas quando a colheita foi realizada em períodos de déficit hídrico. Por outro lado, os melhores resultados foram obtidos quando a colheita foi realizada em períodos em que a precipitação pluviométrica acumulada foi bem superior às normais, como nas primeiras épocas do ambiente 1, e na primeira e terceira épocas do ambiente 3 (Tabelas 1 e 2).

A variável produção de caldo foi a que apresentou maior variação, pois foi a única variável que revelou diferenças significativas, entre os ambientes, para todas as épocas de semeadura (Tabela 3). Ainda que não se verifique uma tendência na produção de caldo à medida que se retarda a semeadura em cada ambiente individualmente, é possível identificar essa tendência quando se analisa as diferentes épocas de semeadura no conjunto dos ambientes onde se verifica uma redução clara na produção de caldo à medida que se retarda a época de semeadura, ainda que essas diferenças não sejam significativas (Figura 2).

Para o teor de brix, que é um dos principais parâmetros usados pela indústria sucroalcooleira para estimar a concentração de açúcares presentes no caldo, houve variação significativa, entre as épocas de semeadura, somente para o ambiente 3, e, entre os ambientes, somente para primeira época de semeadura (Tabela 3).

De maneira geral, os teores médios de brix observados nas diferentes épocas de semeadura (entre 14,3% na primeira época e 13,2% na terceira época) estão um pouco abaixo dos valores médios observados por outros autores para a cultivar BRS 506, mas ainda assim encontram-se dentro do intervalo de variação de grande parte desses trabalhos (BANDEIRA et al., 2012; EMYGDIO et al., 2011a;

FERNANDES et al., 2014; JOANELLA et al., 2013).

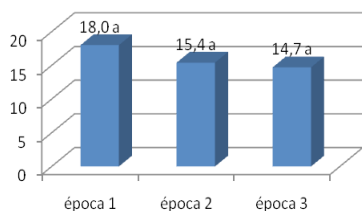
Bandeira et al. (2012), que também avaliaram a cultivar BRS 506 em três épocas de semeadura no RS, verificaram um decréscimo no teor de brix entre a semeadura de outubro e novembro. Por outro lado, Joanela et al. (2013), para a mesma cultivar, não verificaram essa tendência de redução do teor de brix à medida que se retardou a semeadura, e sim grandes oscilações.

Em razão da complexidade desse caráter, que está diretamente relacionado com o estágio de desenvolvimento da planta, com a posição no colmo onde as amostras são coletadas e com a forma como a análise é conduzida, variações extremamente amplas são encontradas na literatura, de modo que é preciso cautela ao comparar resultados de diferentes autores.

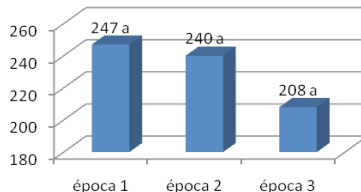
Quando a análise é feita entre as épocas de semeadura, considerando o conjunto dos ambientes, fica evidente o efeito das diferentes épocas sobre os parâmetros agronômicos, produção de biomassa e de massa verde (Figura 2). Para os demais parâmetros agronômicos, altura de planta e diâmetro de colmo, e para os parâmetros industriais, produção de caldo e teor de brix, ainda que se perceba o efeito das diferentes épocas de semeadura, as diferenças não foram significativas (Figura 2).

O retardo na semeadura da cultivar de sorgo sacarino BRS 506 afetou negativamente todas as variáveis agronômicas e industriais que apresentam correlação direta ou indireta com a produção de etanol (Figura 2), demonstrando que, para essa cultivar, a semeadura na primeira época, entre meados de setembro e final de outubro, mostrou-se mais eficiente quando o foco é a produção de etanol.

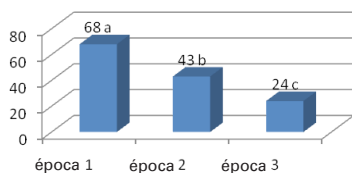
Diâmetro do Colmo (mm)



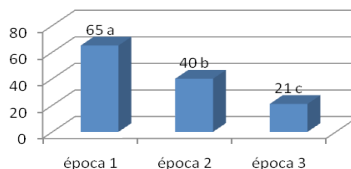
Altura de planta (cm)



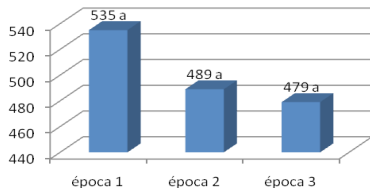
**Produção de Biomassa
(t ha⁻¹)**



**Produção de Massa Verde
(t ha⁻¹)**



Produção de Caldo (L/t MV)



Brix (%)

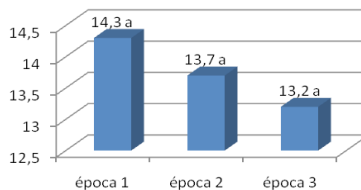


Figura 2. Comparação entre épocas de semeadura (1ª época: 21. set a 30 nov.; 2ª época: 21 nov. a 10 dez.; e 3ª época: 21 dez. a 20 jan.) para parâmetros agrônômicos e industriais da cultivar de sorgo sacarino BRS 506, visando à produção de etanol na Metade Sul do RS. (*: médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade de erro).

Segundo Durães et al. (2012) a meta mínima de produção de biomassa para cultivares de sorgo sacarino é de 50 t ha^{-1} . Com base nos resultados obtidos, a cultivar BRS 506 alcança essa produção de biomassa apenas na primeira época de semeadura (Tabela 3), reforçando a importância da definição de épocas de semeadura para cada cultivar e região, visando viabilizar o cultivo de sorgo sacarino para produção de etanol.

Na primeira época de semeadura, a produção média de biomassa da cultivar de sorgo sacarino BRS 506 foi de 65 t ha^{-1} (Figura 2), desempenho considerado excelente comparativamente ao desempenho obtido pela cana-de-açúcar no Rio Grande do Sul, que na safra 2014/15 teve uma produtividade de 54 t ha^{-1} e uma produtividade média nacional de 70 t ha^{-1} (CONAB, 2015). Há que se considerar ainda que a cana-de-açúcar leva entre 12 e 18 meses para ser colhida, enquanto que o sorgo sacarino leva apenas quatro meses.

Em estudo de viabilidade econômica para cultivo do sorgo sacarino na entressafra da cana-de-açúcar, considerando vários cenários de produção de biomassa e de rendimento de etanol, verificou-se que nos níveis de produção considerados médios (entre 50 e 60 t ha^{-1} de biomassa), mesmo com baixo rendimento de etanol (40 L t^{-1}), ainda seria rentável o cultivo do sorgo sacarino (MIRANDA, 2012). Tendo em vista que os rendimentos médios obtidos na primeira época de semeadura (65 t ha^{-1}) foram superiores a esses patamares, o risco do cultivo de sorgo sacarino na metade sul do Rio Grande do Sul torna-se extremamente reduzido, desde que sejam respeitadas as épocas de semeadura adequadas. Se a semeadura for realizada na segunda época de semeadura, quando a produção média de biomassa reduziu para 43 t ha^{-1} , passando a fazer parte do nível de baixo rendimento, os riscos tornam-se mais elevados e, nesse caso, a viabilidade econômica só seria possível com a obtenção de altos rendimentos de etanol, que compensariam os baixos rendimentos de biomassa.

Com base nos resultados obtidos se recomenda semeaduras entre meados de setembro e final de outubro para cultivar BRS 506, visando à produção de etanol na metade sul do Rio Grande do Sul. O

estabelecimento da cultura nesse período permitiria a disponibilização de matéria-prima para as usinas em um período de entressafra da cana-de-açúcar no RS, entre os meses de dezembro e fevereiro. A cultura pode também ser estabelecida nesse período (1ª época) visando disponibilizar matéria-prima para microdestilarias e para áreas em que a cana-de-açúcar apresenta restrições de cultivo e/ou que não tenham sido contempladas no zoneamento de riscos climáticos para cana, especialmente na metade sul do RS.

Conclusões

A época de semeadura preferencial para produção de etanol a partir da cultivar BRS 506 na metade sul do Rio Grande do Sul é entre o segundo decêndio de setembro e o terceiro decêndio de outubro.

O retardo na época de semeadura, de meados de setembro e final de outubro para final de dezembro e meados de janeiro, afeta negativamente as variáveis agronômicas e industriais, da cultivar de sorgo sacarino BRS 506, associadas à produção de etanol.

Semeaduras tardias da cultivar de sorgo sacarino BRS 506, a partir do terceiro decêndio de novembro, na metade sul do Rio Grande do Sul, podem comprometer a viabilidade econômica da cultura.

Referências

AUDILAKSHMI, S.; MALL A. K.; SWARNALATHA, M.; SEETHARAMA, N. Inheritance of sugar concentration in stalk (brix), sucrose content, stalk and juice yield in sorghum. **Biomass and Bioenergy**, v. 34, p. 813-820, 2010.

BANDEIRA, A. H.; MEDEIROS, S. L. P.; EMYGDIO, B. M.; BIONDO, J. C.; SILVA, N. G.; NUNES, S. C. P.; SANGOI, P. R. Biometria em plantas de sorgo sacarino submetidos a diferentes épocas de semeadura. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 58.; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 41., 2013, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2013. 1 CD-ROM.

BANDEIRA, A. H.; MEDEIROS, S. L. P.; EMYGDIO, B. M.; GARCIA, D. F.; COLPO, M. M. Filocrono de sorgo sacarino BRS 506 cultivado em diferentes épocas de semeadura cultivado na Região Central do rio Grande do sul. In: SIMPÓSIO ESTADUAL DE AGROENERGIA; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE AGROENERGIA, 5., 2014, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2014a. 1 CD-ROM.

BANDEIRA, A. H.; MEDEIROS, S. L. P.; EMYGDIO, B. M.; GARCIA, D. F.; COLPO, M. M. Parâmetros produtivos de sorgo sacarino BRS 506 cultivado na Região central do RS. In: SIMPÓSIO ESTADUAL DE

AGROENERGIA; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE AGROENERGIA, 5., 2014, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2014b. 1 CD-ROM.

BARROS, L. M.; FACCHINELLO, P. H. K.; CARLI, R. de.; EMYGDIO, B. M. Efeito da época de semeadura sobre a produção de sorgo sacarino, na Região Sul do RS, na safra 2012/2013. In: Congresso de Iniciação Científica, 22.; Encontro de Pós-graduação, 15., 2013, Pelotas. **Anais...** Pelotas: UFPel, 2013. 1 CD-ROM

CRUZ, C. D. **Programa Genes**: versão Windows. Viçosa, MG: UFV, 2001. 648 p. Aplicativo computacional em genética e estatística.

DURÃES, F. O. M.; MAY, A.; PARRELLA, R. A. C. **Sistema Agroindustrial do Sorgo Sacarino no Brasil e a Participação Público-Privada: oportunidades, perspectivas e Desafios**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 76 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 138).

EMYGDIO, B. M. Desempenho da cultivar de sorgo sacarino BR 506 visando a produção de etanol em dois ambientes contrastantes. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 17, n. 1, p. 45-51, 2011a.

EMYGDIO, B. M.; PARRELLA, R. A. da C.; TARDIN, F. D.; MENEZES, C. B.; FACCHINELLO, P. H. K.; BARROS, L.; OLIVEIRA, L. N. de. Desempenho de cultivares de sorgo sacarino em solos hidromórficos visando a produção de etanol. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 17, n. 1, p. 53-59, 2011b.

EMYGDIO, B. M.; ROSA, A. P. S. A.; FACCHINELLO, P. H. K.; STÖHLIRCK, L.; BARROS, L. Desempenho de cultivares de sorgo sacarino para produção de etanol em diferentes épocas de semeadura, no município de Pelotas, RS. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 30., 2014, Salvador. **Anais...** Salvador: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2014. 1 CD-ROM.

FERNANDES, P. G.; MAY, A.; COELHO, F. C.; ABREU, M. C.; BERTOLINO, K. M. Influência do espaçamento e da população de plantas e sorgo sacarino em diferentes épocas de semeadura. **Ciência Rural**, v. 44, n.6, p. 975-981, 2014.

JOANELLA, G. K.; SOUZA, M. M.; SILVA, C.; FILIMBERT, E. L.; SPAZIANI, C.; TARDIN, F. D.; MAY, A.; SILVA, A. F. Adequação de épocas de semeadura de sorgo sacarino no município de Sinop-MT. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRONOMIA, 28., 2013, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: Associação dos Engenheiros Agrônomos de Mato Grosso, 2013. 1 CD-ROM

MAY, A.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; SILVA, A. F.; PEREIRA FILHO, I. A. Manejo e tratos culturais. In: MAY, A.; DURÃES, F. O. M.; PEREIRA FILHO, I. A.; SCHAFFERT, R. E.; PARRELLA, R. A. C. (Ed.). **Sistema Embrapa de Produção Agroindustrial de Sorgo sacarino para Bioetanol Sistema BRS1G – Tecnologia Qualidade Embrapa**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. p. 34-42. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 139).

MORAES, J. P. M.; FIORINI, I. V. A.; VON PINHO, R. G.; BORGES, I. D.; RESENDE, E. L.; BORGES, R. B. C. Avaliação do desempenho do Sorgo Sacarino em épocas de semeadura e populações de plantas para os sorgos visando a produção de etanol. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 30., 2014, Salvador. **Anais...** Salvador: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2014. 1 CD-ROM.



Clima Temperado

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

